

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-078310

(43)Date of publication of application : 24.03.1998

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

G11B 7/26

G11B 11/10

(21)Application number : 08-234122

(71)Applicant : DAINIPPON INK & CHEM INC

(22)Date of filing : 04.09.1996

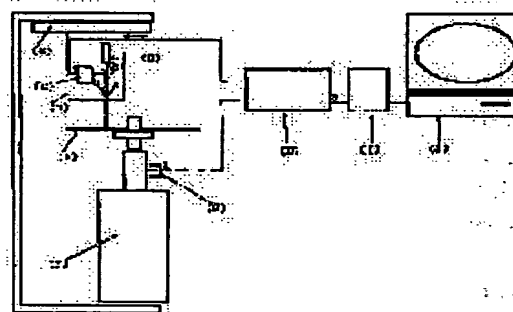
(72)Inventor : OSHIMA KIYOSHI
EBISAWA KATSUhide

(54) WARPAGE MEASUREMENT METHOD AND DEVICE FOR DISK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure the peripheral and radial two-dimensional warpage of a disk via a single one-way position transducer element by calculating a disk warpage amount on the basis of the radial warpage angle of the disk.

SOLUTION: Spots irradiated to the surface of a disk A from an irradiation means B are relatively moved in a radial direction on the light reflection surface of the disk A by means of a parallel displacement means E, with the disk A kept rotating with a rotary means F. Signals for the positional change of reflected light due to the radial warpage of the disk A, and signals for rotating positions from a rotation position read means G are composed by use of a signal composing means H. The signals so composed are stored in a signal recording means I, and the stored signals are computed by an arithmetic processing means J, thereby measuring the warpage of the disk A. According to this construction, only one unidirectional position transducer element is used to find a peripheral warpage angle from information regarding the radial warpage. As a result, warpage angles in two directions can be concurrently measured in a single operation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-78310

(43)公開日 平成10年(1998)3月24日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/24			G 0 1 B 11/24	M
G 1 1 B 7/26		8940-5D	G 1 1 B 7/26	
11/10	5 8 1		11/10	5 8 1 E

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 16 頁)

(21)出願番号	特願平8-234122	(71)出願人	000002886 大日本インキ化学工業株式会社 東京都板橋区坂下3丁目35番58号
(22)出願日	平成8年(1996)9月4日	(72)発明者	大嶋 清志 埼玉県北足立郡伊奈町小室字元宿6982-8 -101
		(72)発明者	蛭沢 勝英 埼玉県鴻巣市宮地3-1-39
		(74)代理人	弁理士 高橋 勝利

(54)【発明の名称】 ディスクの反り測定方法及び反り測定装置

(57)【要約】

【課題】 一方向位置検出手段（又は一次元位置検出素子）を1台のみ用いて、一回の測定で、ディスクの円周方向及び半径方向の反り角を測定できる、光反射性の円形ディスク反り測定方法及び装置を提供する。

【解決手段】 一次元位置検出素子を1台のみ用いて、半径方向の反りに関する情報を得るとともに、フォトインタラプタでディスクの回転位置の情報も得て、それらの情報から、測定点における円周方向の反り角を算出して、半径方向の反り角と合わせてディスク全体としての反りの程度の測定を行う方法及び装置。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光反射性を有する円形ディスク（A）の反り形状を測定する方法であって、前記ディスク（A）の表面に対して垂直な方向から、レーザー光を連続的に照射する照射手段（B）と、前記ディスク（A）の半径方向の反りに基づく、前記反射光の正反射位置からの振れを検出する一方向位置検出手段（C）を有し、かつ、前記照射手段（B）と前記反射光検出手段（C）の相対位置が固定されていて、一体構造のもの（以下検出ヘッド（D）と称す）であって、前記検出ヘッド（D）又は前記ディスク（A）の何れか一方が、前記ディスク（A）の半径方向に相対的に平行移動する手段（E）と、前記ディスク（A）を回転する手段（F）と、前記ディスク（A）の回転位置を読み取る手段（G）と、前記反射ビームの位置検出手段（C）及び前記回転位置読み取り手段（G）からの信号を、合成する手段（H）と、前記信号合成手段（H）からの信号を、一定の時間間隔で抽出し、前記抽出したものを記録する手段（I）と、前記記録した信号を演算処理する手段（J）とを有し、前記ディスク（A）を前記回転手段（F）で回転しながら、前記照射手段（B）から前記ディスク（A）の表面に照射したスポットを、前記平行移動手段（E）により、前記ディスク（A）の光反射面で半径方向に相対移動させた時の、前記ディスク（A）の半径方向の反りに起因する前記反射光の位置変化を表す信号及び、回転位置読み取り手段（G）からの回転位置を表す信号を、前記信号合成手段（H）により合成し、合成後の信号を前記信号記録手段（I）に保存し、保存した信号を前記演算処理手段（J）により演算することによって、前記ディスク（A）の反りを測定する測定方法であって、前記信号記録手段（I）で記録を開始した、前記ディスク（A）の内周側の所定位置を含み、前記入射光と垂直に交差する面を基準面とし、前記基準面と前記ディスク回転軸とが交差する点を座標原点とし、前記ディスク（A）の内周側第一周目における走査位置での反りの値は便宜上無視し、前記出力信号記録手段（J）の第一周目に対応する情報に基づいて、第2周目走査位置における変位量を求め、以下同様に、n周目に対応する情報に基づいて、第n+1周目走査位置における変位量を求め、かかる順序によって次々に求めた各走査位置での変位量を、同一半径上で加え合わせることに

よって、前記ディスク（A）の半径位置及び角度位置における前記基準面からの距離T（以下反り量Tと記す）を求め、各走査位置における前記反り量Tに基づいて、その幾何学的な関係から円周方向の反り角を算出することを特徴とするディスクの反り測定方法。

【請求項2】 光反射性を有する円形ディスク（A）の反り形状を測定する装置であって、前記ディスク（A）の表面に対して垂直な方向から、レーザー光を連続的に照射する半導体レーザー（b）と、前記ディスク（A）の

2

半径方向の反りに基づく、前記反射光の正反射位置からの振れを検出する一次元位置検出素子（c）を有し、かつ、前記半導体レーザー（b）と前記一次元位置検出素子（c）の相対位置が固定されていて、一体構造のもの〔以下、検出ヘッド（d）と称す〕であって、前記検出ヘッド（d）又は前記ディスク（A）の何れか一方が、前記ディスク（A）の半径方向に相対的に平行移動する一軸可動スライダ（e）と、前記ディスク（A）を回転するモータ（f）と、前記ディスク（A）の回転位置を表す回転パルス信号を発生する回転パルス発生器（g）と、前記一次元位置検出素子（c）及び前記回転パルス発生器（g）からの信号を、合成する信号合成回路（h）と、前記信号合成回路（h）からの信号を、一定の時間間隔で抽出し、前記抽出したものを記録するアナログ／デジタル変換器（i）と、前記記録した信号を演算処理するコンピュータ（j）とを有し、前記ディスク（A）を前記モータ（f）で回転しながら、前記半導体レーザー（b）から前記ディスク（A）の表面に照射したスポットを、前記一軸可動スライダ（e）により、前記ディスク（A）の光反射面で半径方向に相対移動させた時の、前記ディスク（A）の半径方向の反りに起因する前記反射光の位置変化を表す信号及び、前記回転パルス発生器（g）からの回転位置を表す信号を、前記信号合成回路（h）により合成し、合成後の信号を前記アナログ／デジタル変換器（i）に保存し、保存した信号を前記コンピュータ（j）により演算することによって、前記ディスク（A）の反りを測定する測定装置であって、前記アナログ／デジタル変換器（i）で記録を開始した、前記ディスク（A）の内周側の所定位置を含み、前記入射光と垂直に交差する面を基準面とし、前記基準面と前記ディスク回転軸とが交差する点を座標原点とし、前記ディスク（A）の内周側第一周目における走査位置での反りの値は便宜上無視し、前記コンピュータ（j）の第一周目に対応する情報に基づいて、第2周目走査位置における変位量を求め、以下同様に、n周目に対応する情報に基づいて、第n+1周目走査位置における変位量を求め、かかる順序によって次々に求めた各走査位置での変位量を、同一半径上で加え合わせることに

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はCD（コンパクトディスク）、MO（光磁気ディスク）、DVD（デジタルビデオディスク又はデジタルバーサタイルディスク）などの光反射性の表面を有する円形ディスクの反りを測定する装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、ディスクの反り角の検出手段としては、位置検出素子（Position Sensitive Device、以下、PSDという場合がある。）が一般に用いられている。反り角の測定には、例えば、レーザービームをディスクの被検査面に照射し、その反射ビームの振れを位置検出素子によって検出して反り角を算出するという手法が良く用いられている。また、ディスクの反り角の一般的な評価値としては、半径方向及び円周方向の二方向の反り角が用いられることが多い。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】位置検出素子に一次元（一方向）位置検出素子を用いる場合には、当然ながら、ディスクの半径方向或いは円周方向の何れか一方の反り角しか測定することができず、1台の一方位置検出素子では、同時に、二方向の反り角を測定することはできなかった。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記実状に鑑みて検討したところ、ディスクの円周方向及び半径方向の二方向（二次元）の反りを測定するに当たって、一次元位置検出素子を1台のみを用いてそれを達成する方法について鋭意検討を行ったところ、ディスクの全面走査を行い、各走査位置における該ディスクの半径方向の反り角を検出し、検出した半径方向反り角に基づき該ディスクの反り量を算出し、更に算出した反り量に基づき各走査位置での該ディスクの円周方向の反り角を算出するようにすれば、それ一台のみでも、同時に二方向の反り角を測定できることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0005】即ち、本発明は上記課題を解決するために、次の2つの発明を提供する。

1.（構成する要素）

光反射性を有する円形ディスク（A）の反り形状を測定する方法であって、前記ディスク（A）の表面に対して垂直な方向から、レーザー光を連続的に照射する照射手段（B）と、前記ディスク（A）の半径方向の反りに基づく、前記反射光の正反射位置からの振れを検出する一方向位置検出手段（C）を有し、かつ、前記照射手段（B）と前記反射光検出手段（C）の相対位置が固定されていて、一体構造のもの（以下検出ヘッド（D）と称す）であって、前記検出ヘッド（D）又は前記ディスク（A）の何れか一方が、前記ディスク（A）の半径方向に相対的に平行移動する手段（E）と、前記ディスク（A）を回転する手段（F）と、前記ディスク（A）の回転位置を読み取る手段（G）と、前記反射光の位置検出手段（C）及び前記回転位置読み取り手段（G）からの信号を、合成する手段（H）と、前記信号合成手段（H）からの信号を、一定の時間間隔で抽出し、前記抽出したものを記録する手段（I）と、前記記録した信号

を演算処理する手段（J）とを有し、

（構成要素を動作させる方法）前記ディスク（A）を前記回転手段（F）で回転しながら、前記照射手段（B）から前記ディスク（A）の表面に照射したスポットを、前記平行移動手段（E）により、前記ディスク（A）の光反射面で半径方向に相対移動させた時の、前記ディスク（A）の半径方向の反りに起因する前記反射光の位置変化を表す信号及び、回転位置読み取り手段（G）からの回転位置を表す信号を、前記信号合成手段（H）により合成し、合成後の信号を前記信号記録手段（I）に保存し、保存した信号を前記演算処理手段（J）により演算することによって、前記ディスク（A）の反りを測定する測定方法であって、

（演算処理の方法）前記信号記録手段（I）で記録を開始した、前記ディスク（A）の内周側の所定位置を含み、前記入射光と垂直に交差する面を基準面とし、前記基準面と前記ディスク回転軸とが交差する点を座標原点とし、前記ディスク（A）の内周側第一周目における走査位置での反りの値は便宜上無視し、前記出力信号記録手段（J）の第一周目に対応する情報に基づいて、第2周目走査位置における変位量を求め、以下同様に、n周目に対応する情報に基づいて、第n+1周目走査位置における変位量を求め、かかる順序によって次々に求めた各走査位置での変位量を、同一半径上で加え合わせることで、前記ディスク（A）の半径位置及び角度位置における前記基準面からの距離T（以下反り量Tと記す）を求め、各走査位置における前記反り量Tに基づいて、その幾何学的な関係から円周方向の反り角を算出することを特徴とするディスクの反り測定方法（以下、第一発明という。）。

【0006】2. 光反射性を有する円形ディスク（A）の反り形状を測定する装置であって、前記ディスク（A）の表面に対して垂直な方向から、レーザー光を連続的に照射する半導体レーザー（b）と、前記ディスク（A）の半径方向の反りに基づく、前記反射光の正反射位置からの振れを検出する一次元位置検出素子（c）を有し、かつ、前記半導体レーザー（b）と前記一次元位置検出素子（c）の相対位置が固定されていて、一体構造のもの〔以下、検出ヘッド（d）と称す〕であって、前記検出ヘッド（d）又は前記ディスク（A）の何れか一方が、前記ディスク（A）の半径方向に相対的に平行移動する一軸可動スライダ（e）と、前記ディスク（A）を回転するモータ（f）と、前記ディスク（A）の回転位置を表す回転パルス信号を発生する回転パルス発生器（g）と、前記一次元位置検出素子（c）及び前記回転パルス発生器（g）からの信号を、合成する信号合成回路（h）と、前記信号合成回路（h）からの信号を、一定の時間間隔で抽出し、前記抽出したものを記録するアナログ/デジタル変換器（i）と、前記記録した信号を演算処理するコンピュータ（j）とを有し、前記

ディスク(A)を前記モータ(f)で回転しながら、前記半導体レーザー(b)から前記ディスク(A)の表面に照射したスポットを、前記一軸可動スライダ(e)により、前記ディスク(A)の光反射面で半径方向に相対移動させた時の、前記ディスク(A)の半径方向の反りに起因する前記反射ビームの位置変化を表す信号及び、前記回転パルス発生器(g)からの回転位置を表す信号を、前記信号合成回路(h)により合成し、合成後の信号を前記アナログ/デジタル変換器(i)に保存し、保存した信号を前記コンピュータ(j)により演算することによって、前記ディスク(A)の反りを測定する測定装置であって、前記アナログ/デジタル変換器(i)で記録を開始した、前記ディスク(A)の内周側の所定位置を含み、前記入射光と垂直に交差する面を基準面とし、前記基準面と前記ディスク回転軸とが交差する点を座標原点とし、前記ディスク(A)の内周側第一周目における走査位置での反りの値は便宜上無視し、前記コンピュータ(j)の第一周目に対応する情報に基づいて、第2周目走査位置における変位量を求め、以下同様に、n周目に対応する情報に基づいて、第n+1周目走査位置における変位量を求め、かかる順序によって次々に求めた各走査位置での変位量を、同一半径上で加え合わせることによって、前記ディスク(A)の半径位置及び角度位置における前記基準面からの距離T(以下反り量Tと記す)を求め、各走査位置における前記反り量Tに基づいて、その幾何学的な関係から円周方向の反り角を算出することを特徴とするディスクの反り測定装置(以下、第二発明という。)

【0007】

【発明の実施形態】本発明の第一発明の方法を実施するに当たっては、第二発明の装置が使用できる。

【0008】本発明の方法及び装置は、前記「構成する要素」、「構成要素を動作させる方法」及び「演算処理の方法」から構成される。

【0009】本発明の方法は、「構成する要素」として、一次元位置検出素子(一次元PSD)を一つのみ用いて、前記「構成要素を動作させる方法」で得られた半径方向のみの反りに関する情報を得て、その情報を前記「演算処理の方法」で処理して円周方向の反りの情報とし、半径方向と円周方向の二方向の両方を同時に測定するという点に、最大の特徴がある。

【0010】本発明では、光反射性を有する円形ディスク(A)が必ず用いられる。本発明では、後述する照射手段(B)からのレーザー光を高率で反射する金属であるアルミニウム、銅、金などの円盤自体、或いはレーザー光を低率で反射する合成樹脂であるポリカーボネート、アモルファスポリオレフィン等の円盤自体、或いは合成樹脂薄膜被覆層を有していてもよい当該金属の薄膜を有する、当該合成樹脂円盤からなる円形ディスクが用いられる。

【0011】このディスク(A)としては、例えば情報に対応したビットを有する耐熱性合成樹脂円盤に金属蒸着が施されその金属蒸着層が紫外線硬化性樹脂の硬化皮膜により被覆されたコンパクトディスク(CD)、情報に対応したビットを有する耐熱性合成樹脂円盤に金属蒸着が施されその金属蒸着層が、別の耐熱性合成樹脂円盤と紫外線硬化性樹脂の硬化皮膜により接着されたデジタルビデオディスク、情報に対応したビットを有する耐熱性合成樹脂円盤に金属蒸着が施された2枚の円盤の金属蒸着層同志が、紫外線硬化性樹脂の硬化皮膜により接着されたデジタルビデオディスク或いはデジタルバーサタイルディスク(DVD)等が挙げられる。通常のCD又はDVDは、直径約12cmで厚さ約1.2mmである。

【0012】次に本発明を実施するに当たって必要な各手段について説明する。本発明では、次の8つの手段が必須である。

①レーザー光を照射する照射手段(B)

②一方向位置検出手段(C)

③前記ディスク(A)の半径方向に相対的に平行移動する手段(E)

④前記ディスク(A)を回転する手段(F)

⑤前記ディスク(A)の回転位置を読み取る手段(G)

⑥前記反射光の位置検出手段(C)及び前記回転位置読み取り手段(G)からの信号を、合成する手段(H)

⑦前記信号合成手段(H)からの信号を、抽出し記録する手段(I)

⑧記録した信号を演算処理する手段(J)

【0013】照射手段(B)としては、連続的にレーザー光線が照射できる公知慣用の照射手段を採用しうるが、例えば半導体レーザー(b)が挙げられる。レーザー光は、そのまま非照射物にそのまま当ててもよいが、通常、投光レンズで細く絞って、ビームとしてから使用される。照射手段は、ディスク(A)の表面に対して垂直な方向からレーザー光が照射できる様な位置に設置されている。照射されたレーザー光は、ディスク(A)表面に光スポットを形成する。尚、ディスク(A)の反りがゼロである場合には、ディスク表面に対して垂直方向は、レーザー光反射方向と同一となる。

【0014】一方向位置検出手段(C)は、反り測定対象のディスク(A)の表面に垂直に照射された光が、反射光となって戻ってくるのを捕らえるもので、ディスク(A)表面に任意に選択される測定点における反射光の変位を求めるものである。手段(C)は、反射光を受光できる位置に設けられ、反射光の正反射位置からの振れを検出する。完全に正反射ならば変位はゼロであるが、ディスク(A)の測定点に反りがあれば、それは変位となって現れる。手段(C)としては、公知慣用のものがいずれも使用できるが、位置検出素子(Position Sensitive Device)として代表的な、一次元位置検出素子

(c) が用いられる。

【0015】本発明では、前記照射手段(B)と、一方向位置検出手段との相対位置が固定されていて一体構造となったもの〔本発明では、この一体構造物を、検出ヘッド(D)と呼ぶ。〕を用いて、確実に、正反射位置からの振れに基づく変位を検出できる様にしている。

【0016】照射手段(B)と検出手段(C)との相対位置は、反射光が確実に受光できる様にすれば、制限されるものではないが、例えば、反射光の光路に、光路変更手段(K)を設けて、照射光に基づく反射光を、正反射位置から振れがあるものも無いものも、一律に擬似的に、別方向にすることが出来る。手段(K)としては、例えばハーフミラーに代表される、ビームスプリッター(k)を用いることができる。

【0017】レーザー光は、間欠的に、回転するディスク(A)に照射し、ディスク(A)の測定点での正反射位置からの振れを検出する様にしてもよいが、連続的に照射して、必要とするディスク(A)の測定点での正反射位置からの振れを検出する様にすることが好ましい。

【0018】測定点は、何点でも構わないが、ディスク(A)の光反射面表面の最内周部分から最外周部分に向けて、50～1万点設けるようにするのが好ましい。そして、これら各測定点を結んだ軌跡が、連続した渦巻き状となり、かつ、任意に選択される少なくとも1つの半径上で、各測定点が並ぶ様に測定点を設定するのが好ましい。

【0019】ディスク(A)の半径方向に相対的に平行移動する手段(E)は、次の二つのものが含まれる。即ち、上記ディスク(A)は回転するだけで移動せず、上記検出ヘッド(D)がその回転するディスクの半径方向に移動できる様になっている手段、及び、それとは逆に、前記検出ヘッド(D)は移動せず、回転するディスク(A)が、その半径方向に照射手段(B)からのレーザー光が照射される様に、移動できる様になっている手段である。

【0020】この手段(E)としては、例えば一軸可動スライダ(e)を用いることができる。このスライダ(e)としては、空気圧で精密に動く様にしたものや、電動としたものがいずれも使用できる。上記した様に、検出ヘッド(D)を、ディスク(A)の半径方向に移動させるためには、それを、この手段(E)に固定して、測定時に動く様にすればよいし、逆に、ディスク(A)を、ディスク(A)の半径方向にかつ照射手段(B)からの照射光が半径方向に当たる様に、移動させるためには、後述するディスク回転手段(F)をこの手段(E)に固定して用いる様にすればよい。

【0021】ディスク(A)を回転する手段(F)としては、極力回転ムラのない様に、常に一定の回転速度でディスクを回転できるものがいずれも採用できるが、通常はモーター(f)が用いられる。またディスク(A)

は、手段(F)上で空回りせず、モーターの回転に同期して回転する様に、通常は、測定時には固定される。手段(F)の動力伝達部には、動力源の振動がディスク(A)に伝達されるのを防止するため、磁気引力を利用した非接触式磁気カップリングで、ディスク(A)を回転させる様にすることも出来る。

【0022】また、後述する回転位置読み取り手段(G)でディスク(A)の回転位置を検出するために、例えば、手段(F)に、ディスク(A)の半径方向に平行な突起又はスリット付き円盤が固定され設けられる。この突起又はスリット付き円盤は、ディスク(A)の最初の測定点とその測定点を含む仮想半径と平行となる様に設けられる。この突起又はスリット付き円盤は、手段(G)と奏合して、ディスク(A)上の絶対的な回転位置を規定する役割を果たすものである。

【0023】回転位置読み取り手段(G)としては、公知慣用のものがいずれも使用できるが、前記ディスク(A)の回転位置を表す回転パルス信号を発生する回転パルス発生器(g)、例えばフォトインタラプタ又はロータリーエンコーダ等を用いることが出来る。フォトインタラプタは、発光部と受光部とを有し、その間に障害物が存在する場合と存在しない場合とで、その出力信号レベルに差が生じる様になっているものである。フォトインタラプタと上記回転手段(F)に固定された突起又はスリット付き円盤とを組み合わせて用いる様にすれば、手段(F)に固定されたディスク(A)の回転中の絶対的位置をその信号レベルにより確定できる。また回転位置読み取り手段(G)として、ロータリーエンコーダを用いた場合には、上記回転手段(F)に固定された突起又はスリット付き円盤とフォトインタラプタとの組み合わせを用いることなく、ディスクの回転パルス信号が手段(F)から直接得られ、ディスク(A)の回転中の絶対的位置をその信号レベルにより確定できる。

【0024】前記手段(C)及び前記手段(G)からの信号を合成する手段(H)としては、その様な機能を有する公知慣用の回路(h)が使用できる。合成手段(H)には、各測定点毎に、半径方向の反りに起因する反射位置変化を示す信号と、手段(G)からの回転位置を表す信号とが送られ、それらが合成される。これにより、測定点の位置情報と、反射位置変化の情報とを、一対一で対応させることができる。

【0025】この様に一対一で対応した情報は、次に記録手段(I)に送られる。前記信号合成手段(H)からの信号を、一定の時間間隔で抽出し、前記抽出したものを記録する手段(I)としては、アナログ/デジタル変換器(i)が使用できる。

【0026】演算処理手段(J)には、上記手段(I)に保存された情報が送られ、そこでは、各測定点毎の、半径方向の反りに起因する反射位置変化を示す信号及び手段(G)からの回転位置を表す信号に基づいて、円周

方向の反り量が求められた後、円周方向の反り角が算出される様になっている。この手段(J)としては、通常コンピュータ(j)が用いられる。

【0027】この様にして手段(J)で得られたディスク(A)の各測定点における円周方向の各反り角は、そのまま数値情報として把握する様にしてもよいが、通常、半径方向の反り角と合わせて、ビジュアル表示をして、視覚的に反りの程度を表示するほうが好ましい。この場合には、三次元的に、ディスプレイに画像表示したり、紙やフィルム等に印刷する様にすることも出来る。

【0028】次に、上記本発明の方法を実施できる本発明に係わるディスクの反り測定装置の一例を、図1を参照して、より詳細に説明する。

【0029】レーザー光照射手段(B)からの光線光路a上には、光路変更手段(K)が設置されており、その延長線上には、ディスク(A)を前記光路aに直交させて支持するディスク回転手段(F)が設けられている。手段(K)の位置において、光路aに直交する方向(ディスク(A)からの反射光線が手段(K)により反射される方向)には、ディスクの半径方向の反りに基づく光の振れを検出する一方向位置検出手段(C)が設置されている。そして、ここではレーザー光は、図示していない投光レンズで絞ってビームとしてディスク(A)に当たる様になっており、ディスク(A)が回転していない状態では、光スポットを形成する様になっている。

【0030】位置検出手段(C)の後段には、信号合成手段(H)が電氣的に接続されている。レーザー光照射手段(B)、一方向位置検出手段(C)、及び光路変更手段(K)は、一体となって平行移動手段(E)に支持されている。

【0031】回転位置読み取り手段(G)は、ディスク回転手段(F)に近接して設置され、また回転位置読み取り手段(G)の出力部は信号合成手段(H)の入力部に電氣的に接続されている。信号合成手段(H)の後段には信号記録手段(I)が、更に信号記録手段(I)の後段には演算処理手段(J)が、それぞれ電氣的に接続されている。

【0032】次に、前記構成のディスクの反り測定装置の使用方法を、図1から図7を参照して説明する。

【0033】図1において、まずレーザー光照射手段(B)からレーザー光を光路a上に照射する。照射されたレーザー光は、光路変更手段(K)を通過しディスク*

$$2\theta r = \arctan \{ \delta / LA + LB \} \quad \text{--- 式1}$$

【0041】図4は、信号合成手段(H)の動作を表すタイミングチャートである。一方向位置検出手段(C)からは、走査位置におけるディスクの半径方向反り角に対応する信号1が出力される。回転位置読み取り手段(G)からは、ディスク(A)の1回転毎に矩形パルス(以下、回転パルスと称す)を生じる信号2が出力される。

* (A)に垂直な方向からディスク(A)に照射される。光反射性を有するディスク(A)からの反射光は、光路bを通り、光路変更手段(K)を経て、一方向受光位置検出手段(C)に入射される。即ち、照射光のみ直進し、反射光のみ光路が変更される様になっている。

【0034】ディスク(A)は、ディスク回転手段(F)により円周方向に回転され、またレーザー光照射手段(B)、一方向位置検出手段(C)、及び光路変更手段(K)は、一対化された検出ヘッド(D)の状態10で、平行移動手段(E)によって、相対的な位置関係を保ちながら一体となって、ディスク(A)の半径方向のみに移動できる様になっている。

【0035】前記回転動作及び移動動作により、レーザー光がスポットとなってディスク(A)上に照らされ、ディスク光反射面の全面を渦巻き状に連続的に走査できる様になっている。

【0036】そして、ディスク(A)を手段(F)で回転させながら、検出ヘッド(D)をディスク光反射面の内周側から外周側に向けて、半径方向で移動させながら20測定が行える様になっている。

【0037】前記全面走査の間、走査位置のディスク面に反りが無い場合には、図2に示すようにディスク(A)を走査したレーザービームは、一方向位置検出手段(C)の受光部中央位置に入射され、一方向位置検出手段(C)の出力端子1にはゼロレベルの電気信号が出力される。

【0038】一方、走査位置のディスク面に反りが有って基準面cに対して角度rだけ傾いている場合には、図3に示すようにディスク(A)を走査したレーザービームは、光路aから角度2θrだけずれて反射し、一方向位置検出手段(C)の受光部へ入射する。

【0039】この時、一方向位置検出手段(C)の受光部中央位置からレーザービーム入射位置までの距離をδとすると、一方向受光位置検出手段(C)の出力端子1には、距離δに比例した電気信号が出力される。またこの時、評価値として一般的に用いられる反り角度2θrと、距離δの間には、簡単な幾何学的考察から、式1に示すような関係があるので、一方向位置検出手段(C)の電気出力信号レベルを測定することによって、反り角2θrを求めることができる。

【0040】

【式1】

【0042】一方向位置検出手段出力信号1及び回転位置読み取り手段出力信号2は、図4(c)に示す如く信号合成手段(H)により合成されて、出力信号3となる。この信号合成手段出力信号3は、信号記録手段(I)によって、一定の時間間隔で抽出され記録保存される。

50 【0043】信号記録手段(I)には、例えばアナログ

11

／デジタル変換器と電子メモリーとが一体となった機構のものを用いることができる。前記信号記録手段(I)に記録保存された情報は、例えばコンピュータのような演算手段(J)に移送される。

【0044】移送された信号情報は、あらかじめ設定されたしきい値によって回転パルスと反りの情報とに分離され、反りの情報については回転毎に情報個数の確認が行われる。情報記録の時間間隔は一定であるため、ディスクの回転速度が一定である場合には、回転毎の情報個数は一定となる。

【0045】一方、ディスクの回転速度に変動がある場合には、回転毎の情報個数は回転の変動分だけが増減するが、そのうち最小の情報個数が基準の情報個数(以下基準情報個数と記す)と見なされる。各回転において、基準情報個数以上の反り情報は、後述のディスクの反り量及び円周方向反り角の算出の際に必要な幾何学的計算を簡略化するため、削除することができる。

【0046】この『回転パルスを反りの情報信号と合成し、再分離する』という一連の処理は、回転の変動による走査位置のずれを、全回転で積算して大きな測定誤差にすること無く、各回転毎の小さなずれの範囲内で処理し測定誤差を1回転の範囲内で吸収させるという効果がある。

【0047】図5は、レーザービームがディスク表面上を走査する軌跡を示したものである。走査の軌跡は渦巻状になり、ディスク1回転あたりの基準情報個数をI、*

$$S2i = p \times s \sin \theta r2i$$

【0052】

$$\theta r2i = (1/2) \times \arctan \{X2i / (LA + LB)\}$$

【0053】ここで、『渦巻状軌跡1での反りの値は便宜上無視し、かつ、前記軌跡1の内側の領域を平面とみなした』理由は、この仮定がもたらす影響が実用上殆ど問題にならない範囲であるということに帰結する。現実のディスクでは殆どの場合、歪みや変形がディスクの外周側にかけて大きくなり内周側では比較的小さいということや、ディスク製造技術が年々向上し、ディスク変形の絶対値そのものが小さくなってきているということにより、前記仮定を設定することができる。

【0054】より一般的には、式2及び式3のサフィックス2をnに変えたものが、任意の渦巻状軌跡n上の※40

$$Tni = \sum_{j=1}^n Sji$$

【0057】全面走査の各点における反り量が、式4で定まり、この反り量を基にして各走査点での円周方向の反り角が算出される。

【0058】次に、その手順を説明する。図6はディスクの各走査点での反り量から円周方向反り角を求める手法を示したものである。

【0059】走査開始点(n=1, i=1)からディスク中心ま

12

*レーザービームがディスク全面を走査するのに要する回転数をNとすると、1枚のディスクにつきI×N個の反り情報のデータが演算手段(J)のメモリに一時格納される。渦巻状走査の軌跡に、内側から1, 2, 3, ..., Nと番号を付けると、渦巻状軌跡1の始点が、一方向位置検出手段(C)からの情報を抽出開始した位置に対応し、渦巻状軌跡1の終点は、渦巻状軌跡2の始点となる。

【0048】データの抽出は、各軌跡においてディスク中心位置に対して等角度間隔で行われるが、抽出されたデータには、各軌跡の始点側から1, 2, 3, ..., Iと番号を付することにする。また渦巻状軌跡の半径方向ピッチをpとする。

【0049】I×N個の反り情報データにおいて、渦巻状軌跡n上のi番目の位置で得られた値をXni(但し、n=1, 2, ..., N及びi=1, 2, ...,

I)と表すと、X1i, X2i, ..., Xni, ..., XNiは、ほぼ同一半径上で抽出されたデータとみなすことができる。

【0050】そして、前記渦巻状軌跡1での反りの値は便宜上無視し、かつ、前記軌跡1の内側の領域を平面とみなすと、渦巻状軌跡2上のiの位置における反りの値(便宜的にS2iと記す)は、X1iを用いて一次近似的に次ぎのように表される。

【0051】

【式2】

----- 式2

【式3】

----- 式3

※任意i番目の位置で得られたXniの値により、その位置を基準にして次ぎの隣接する渦巻状軌跡n+1上でのi番目の位置での変位置Sniを表すことができる。

【0055】信号記録手段(H)で記録を開始したディスク(A)の内周側の所定位置、即ち、データX11が抽出された位置を含み、前記入射ビームと垂直に交差する面を基準面とすると、任意地点における前記基準面からの変位置Tni(即ち反り量)は次式4のように求められる。

【0056】

【式4】

----- 式4

での距離をr0、隣接する走査点間でディスクが回転する角度をα、渦巻状軌跡n上の走査点iからディスク中心点までの距離をrniとすると、走査点iから走査点i+1までの区間ΔLniは幾何学的な考察より次式5のように求められる。

【0060】

【式5】

13

$$\Delta Lni = 2\pi \times rni \times (\alpha / 360)$$

【0061】

$$rni = r0 + p \times (n - 1 + i / I)$$

【0062】なお、 ΔLni は渦巻き状軌跡 n の一部であるが、ディスク1回転あたりの走査点数が多くかつ渦巻き状軌跡のピッチ p が rni と比べて十分に小さい場合には、 ΔLni は円弧で近似することができるので、式5を導出した。

【0063】図7は、図6-bを方向Mの方向から見た*

$$2\theta tni = 2 \times \arctan \left((Tn(i+1) - Tni) / \Delta Lni \right) \text{ --- 式7}$$

【0065】上述のようにして、ディスク上の各走査位置の半径方向の反り角を検出し、検出した半径方向反り角に基づき該ディスクの反り量を算出し、更に算出した該ディスクの反り量に基づき各走査位置での円周方向の反り角を算出することができる。即ち、一方向の位置検出素子を一台用いて円周方向及び半径方向の二方向の反り角を検出することが可能になる。

【0066】本発明は次の発明を包含する。

1. 光反射性を有する円形ディスク(A)の反り形状を測定する方法であって、前記ディスク(A)の表面に対して垂直な方向から、レーザー光を連続的に照射する照射手段(B)と、前記ディスク(A)の半径方向の反りに基づく、前記反射光の正反射位置からの振れを検出する一方向位置検出手段(C)を有し、かつ、前記照射手段(B)と前記反射光検出手段(C)の相対位置が固定されていて、一体構造のもの(以下検出ヘッド(D)と称す)であって、前記検出ヘッド(D)又は前記ディスク(A)の何れか一方が、前記ディスク(A)の半径方向に相対的に平行移動する手段(E)と、前記ディスク(A)を回転する手段(F)と、前記ディスク(A)の回転位置を読み取る手段(G)と、前記反射ビームの位置検出手段(C)及び前記回転位置読み取り手段(G)からの信号を、合成する手段(H)と、前記信号合成手段(H)からの信号を、一定の時間間隔で抽出し、前記抽出したものを記録する手段(I)と、前記記録した信号を演算処理する手段(J)とを有し、前記ディスク(A)を前記回転手段(F)で回転しながら、前記照射手段(B)から前記ディスク(A)の表面に照射したスポットを、前記平行移動手段(E)により、前記ディスク(A)の光反射面で半径方向に相対移動させた時の、前記ディスク(A)の半径方向の反りに起因する前記反射光の位置変化を表す信号及び、回転位置読み取り手段(G)からの回転位置を表す信号を、前記信号合成手段(H)により合成し、合成後の信号を前記信号記録手段(I)に保存し、保存した信号を前記演算処理手段(J)により演算することによって、前記ディスク(A)の反りを測定する測定方法であって、前記信号記録手段(I)で記録を開始した、前記ディスク(A)の内周側の所定位置を含み、前記入射光と垂直に交差する面を基準面とし、前記基準面と前記ディスク回転軸とが

14

--- 式5

【式6】

--- 式6

*ものである。同図より、一般に評価値として用いられる円周方向の反り角 $2 tni$ は、幾何学的な考察から次式7のように求められる。

【0064】

【式7】

交差する点を座標原点とし、前記ディスク(A)の内周側第一周目における走査位置での反りの値は便宜上無視し、前記出力信号記録手段(J)の第一周目に対応する情報に基づいて、第2周目走査位置における変位量を求め、以下同様に、 n 周目に対応する情報に基づいて、第 $n+1$ 周目走査位置における変位量を求め、かかる順序によって次々に求めた各走査位置での変位量を、同一半径上で加え合わせることによって、前記ディスク(A)の半径位置及び角度位置における前記基準面からの距離 T (以下反り量 T と記す)を求め、各走査位置における前記反り量 T に基づいて、その幾何学的な関係から円周方向の反り角を算出することを特徴とするディスクの反り測定方法。

【0067】2. 手段(B)の照射光路上に、照射光は、ディスク(A)の光反射性面のある表面に垂直に直進する様に照射でき、反射光のみを方向を変更して手段(C)に受光できる様にする光路変更手段(K)を設け、手段(B)、手段(C)及び手段(K)が、前記機能を果たす様に相対位置を保ったまま、それぞれ固定され一体構造となったものをを用いる上記1記載の方法。

【0068】3. 読み取り手段(G)として、光学的読み取り手段を用いて、ディスク回転位置を求める上記1記載の方法。

【0069】4. 光反射性を有する円形ディスク(A)の反り形状を測定する装置であって、前記ディスク(A)の表面に対して垂直な方向から、レーザー光を連続的に照射する半導体レーザー(b)と、前記ディスク(A)の半径方向の反りに基づく、前記反射光の正反射位置からの振れを検出する一次元位置検出素子(c)を有し、かつ、前記半導体レーザー(b)と前記一次元位置検出素子(c)の相対位置が固定されていて、一体構造のもの〔以下、検出ヘッド(d)と称す〕であって、前記検出ヘッド(d)又は前記ディスク(A)の何れか一方が、前記ディスク(A)の半径方向に相対的に平行移動する一軸可動スライダ(e)と、前記ディスク(A)を回転するモータ(f)と、前記ディスク(A)の回転位置を表す回転パルス信号を発生する回転信号発生器(g)と、前記一次元位置検出素子(c)及び前記回転信号発生器(g)からの信号を、合成する信号合成回路(h)と、前記信号合成回路(h)からの信号を、

一定の時間間隔で抽出し、前記抽出したものを記録するアナログ／デジタル変換器 (i) と、前記記録した信号を演算処理するコンピュータ (j) とを有し、前記ディスク (A) を前記モータ (f) で回転しながら、前記半導体レーザー (b) から前記ディスク (A) の表面に照射したスポットを、前記一軸可動スライダ (e) により、前記ディスク (A) の光反射面で半径方向に相対移動させた時の、前記ディスク (A) の半径方向の反りに起因する前記反射光の位置変化を表す信号及び、前記回転信号発生器 (g) からの回転位置を表す信号を、前記信号合成回路 (h) により合成し、合成後の信号を前記アナログ／デジタル変換器 (i) に保存し、保存した信号を前記コンピュータ (j) により演算することによって、前記ディスク (A) の反りを測定する測定装置であって、前記アナログ／デジタル変換器 (i) で記録を開始した、前記ディスク (A) の内周側の所定位置を含み、前記入射光と垂直に交差する面を基準面とし、前記基準面と前記ディスク回転軸とが交差する点を座標原点とし、前記ディスク (A) の内周側第一周目における走査位置での反りの値は便宜上無視し、前記コンピュータ (j) の第一周目に対応する情報に基づいて、第2周目走査位置における変位量を求め、以下同様に、n周目に対応する情報に基づいて、第n+1周目走査位置における変位量を求め、かかる順序によって次々に求めた各走査位置での変位量を、同一半径上で加え合わせることに、前記ディスク (A) の半径位置及び角度位置における前記基準面からの距離T (以下反り量Tと記す) を求め、各走査位置における前記反り量Tに基づいて、その幾何学的な関係から円周方向の反り角を算出することを特徴とするディスクの反り測定装置。

【0070】5. 半導体レーザー (b) の照射光路上に、照射光は、ディスク (A) の光反射性面のある表面に垂直に直進する様に照射でき、反射光のみを方向を変更して素子 (c) に受光できる様にするビームスプリッタ (k) を設け、半導体レーザー (b)、一次元位置検出素子 (c) 及びビームスプリッタ (k) が、前記機能を果たす様に相対位置を保ったまま、それぞれ固定され一体構造となったものを用いる上記4記載の装置。

【0071】6. モーター (f) として、ディスクと同期して回転させる突起又はスリット付き円盤を、ディスクに表面の半径方向に平行となる固定したモーターを用い、かつフォトインタラプタ (g) を用いて、ディスク回転位置を求める様にした上記4記載の装置。

7. モーター (f) と、ロータリーエンコーダとを組み合わせ用いて、ディスク回転位置を求める様にした上記4記載の装置。

8. 半導体レーザー (b) の照射光路上に、照射光は、ディスク (A) の光反射性面のある表面に垂直に直進する様に照射でき、反射光のみを方向を変更して素子

(c) に受光できる様にするビームスプリッタ (k) を

設け、半導体レーザー (b)、一次元位置検出素子

(c) 及びビームスプリッタ (k) が、前記機能を果たす様に相対位置を保ったまま、それぞれ固定され一体構造となったものを用いて、かつ、モーター (f) として、ディスクと同期して回転させる突起を、ディスクに表面の半径方向に平行となる固定したモーターを用い、かつフォトインタラプタ (g) を用いて、ディスク回転位置を求める様にした上記4記載の装置。

9. 半導体レーザー (b) の照射光路上に、照射光は、ディスク (A) の光反射性面のある表面に垂直に直進する様に照射でき、反射光のみを方向を変更して素子

(c) に受光できる様にするビームスプリッタ (k) を設け、半導体レーザー (b)、一次元位置検出素子

(c) 及びビームスプリッタ (k) が、前記機能を果たす様に相対位置を保ったまま、それぞれ固定され一体構造となったものを用いて、かつ、モーター (f) と、ロータリーエンコーダとを組み合わせ用いて、ディスク回転位置を求める様にした上記4記載の装置。

【0072】

20 【実施例】以下、実施例を用いて本発明を更に詳細に説明するが、本発明は、これらの実施例に限定されるものではない。実施例としては、上記実施形態8に相当するものを挙げた。

【0073】図8に示した構造の装置を用いて、DVD (Digital Video Disc) の反り角の測定を行った。被測定物であるDVD11の外径は、120mmであり、そのうち直径4.8mm~11.6mmの範囲 (光反射面) にわたり測定を実施した。

30 【0074】レーザー光照射手段として、波長670nm、ビーム径約1mmにした半導体レーザー12を用い、DVD11の半径方向の反りに基づくレーザービーム反射光の振れ (位置) を、一次元位置検出素子 (Position Sensitive Device) 13により検出させるようにした。

【0075】またDVD回転手段としては、ACサーボモータ14を用い、毎秒12回転でDVDを回転させておき、その回転情報を、モーターと同軸して回転する突起部とフォトインタラプタ15により取り出して、回転パルス信号2を生成し、同信号を信号合成回路16へ入力させるようにした。

40 【0076】検出ヘッド18の移動手段には、一軸電動スライダ17を用い、毎秒12.75mmの速度で検出ヘッド18を、ディスク半径方向に内周側から外周側に向けて移動させた。この時、DVD上のレーザービーム走査ピッチpは約1.06mmであり、DVDの全面走査に要する回転数は32回転であった。

【0077】走査時に一次元PSD13から出力される反りの情報を含む信号1を、回転パルス信号2と同時に信号合成回路16へ入力し、両信号を図4(c)に示すごとく合成した後、合成信号3を、アナログ／デジタル (A/D) 変換器19によって、833×10⁻⁶秒の時

17

間隔で抽出し（サンプリング周波数1.2kHz）、抽出したデータをコンピュータ20のメモリに格納した。

【0078】最後に前記格納データに対して、反り測定装置の使用法で前述したごとく、ディスク回転変動成分の補正処理及び式2～式7に基づいた演算処理をコンピュータ20により行い、ディスク上の各走査位置の半径方向反り角、ディスクの反り量、及び円周方向反り角の順に各々の特性値を算出させるようにした。

【0079】本発明の方法が、反り測定において、極めて有効方法であることは、次のことからわかる。

【0080】図9は、実施例におけるDVDの円周方向反り角の計算値と実測値との相関関係を示す散布図である。計算値は、前述のように一次元位置検出素子を用いて半径方向反り角を検出し、円周方向反り角を計算により求めたものであり、一方実測値は、一次元位置検出素子の配置をレーザービーム光軸を中心に90度変更し、ディスクの円周方向反りに基づくレーザービームの振れを検出させるようにし、半径方向反り角の場合と同様にして円周方向反り角を求めたものである。

【0081】同図において、横軸が実測値、縦軸が計算値であり、また走査点数は約3200点である。相関係数は0.91であり、計算値と実測値とが良く対応していることが分かる。横軸の近傍に張り付くように多数存在している点は、前述の『渦巻き状軌跡1での反りの値は便宜上無視し、かつ、前記軌跡1の内側の領域を平面とみなす』という仮定の影響と考えられる。

【0082】実測値で反り角がゼロではない走査点に対して、計算値をゼロと仮定したため、渦巻き状軌跡1及び渦巻き状軌跡nのnが低い場合において、横軸の近傍に異常点が発生し易くなった。

【0083】図10は、図9の走査点のうち、前半部である最内周～中央（以後1/2走査と表現する）の点を削除し、後半部である1/2走査～最外周の走査点のみを残した散布図である。このように、ディスク内周側の走査点を削除することによって、反り角の最大値（正方向152[mdeg]、逆方向178[mdeg]）はそのままに、横軸近傍の異常点を減少させることができる。PSD計算値と実測値は更に良く対応するようになり、図10の相関係数は0.96に上がる。

【0084】図10と同様に、図11は図9の走査点のうち3/4走査～最外周の走査点のみを残した散布図、図12は7/8走査～最外周の走査点のみを残した散布図である。これ程走査点を削除しても、反り角の最大値は変わらない。このように反り角の最大値は専らディスクの外周寄りの部分に存在するので、走査が外周側になるにつれて、どんどん精度が向上する特徴を持つ本方法及び装置は、ディスクの反り角最大値の測定に関して、充分な実用性を有しているといえる。

【0085】

18

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明のディスクの反り測定方法及び反り測定装置によれば、一方向位置検出手段（又は素子）を1台のみ用いて、半径方向の反りの情報から円周方向の反り角を求めるので、一回の操作で、半径方向及び円周方向の二方向の反り角を同時に測定することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のディスクの反り測定装置の構成図である。

【図2】一方向位置検出素子を用いて半径方向反り角を検出する原理を示す図である。

【図3】一方向位置検出素子を用いて半径方向反り角を検出する原理を示す図である。

【図4】信号合成手段（H）の動作を示すタイミング図である。

【図5】レーザービームがディスク上を走査する軌跡を示す図である。

【図6】渦巻き状軌跡n上の走査点iにおける反り量T_{ni}を求める原理を示す図である。

【図7】反り量Tから円周方向反り角を求める原理を示す図である。

【図8】実施例のDVDの反り測定装置の構成図である。

【図9】実施例のDVDの円周方向反り角の計算値と実測値との相関関係を示す散布図である。

【図10】図9の散布図において1/2走査～最外周の走査点のみを打点した散布図である。

【図11】図9の散布図において3/4走査～最外周の走査点のみを打点した散布図である。

【図12】図9の散布図において7/8走査～最外周の走査点のみを打点した散布図である。

【符号の説明】

- 1 一方向位置検出手段出力信号
- 2 回転位置読み取り手段出力信号
- 3 信号合成手段出力信号
- 11 DVD
- 12 半導体レーザー
- 13 一次元PSD
- 14 ACサーボモータ
- 15 フォトインタラプタ
- 16 信号合成回路
- 17 一軸電動スライダ
- 18 検出ヘッド
- 19 アナログ/デジタル変換器
- 20 コンピュータ
- (A) 円形ディスク
- (B) レーザー照射手段
- (C) 一方向位置検出手段
- (D) 検出ヘッド
- (E) 平行移動手段

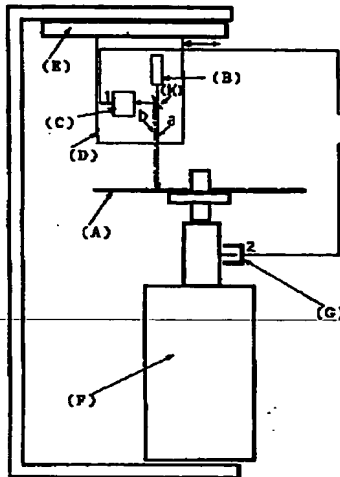
19

20

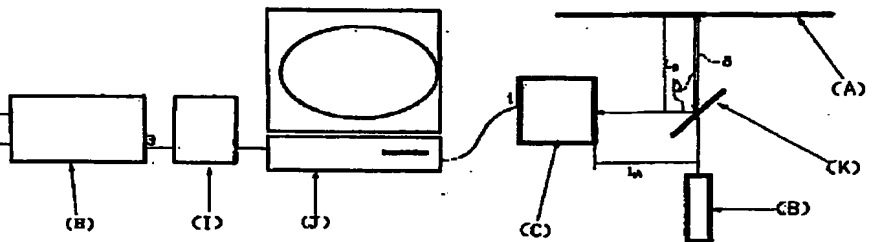
- (F) ディスク回転手段
 (G) 回転位置読み取り手段
 (H) 信号合成手段
 (I) 信号記録手段

- (J) 演算処理手段
 (K) 光路変更手段
 a レーザー光照射光路
 b レーザー光反射光路

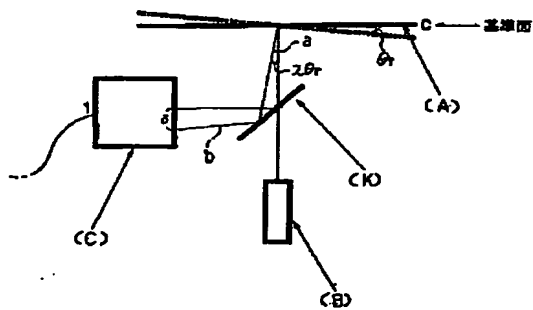
【図1】



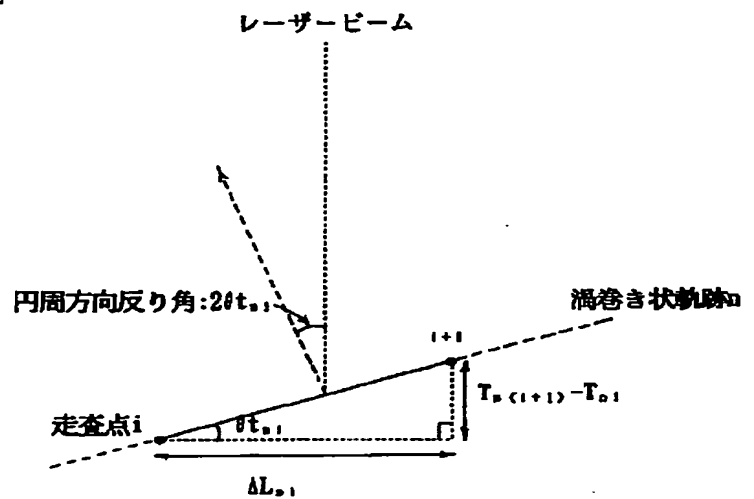
【図2】



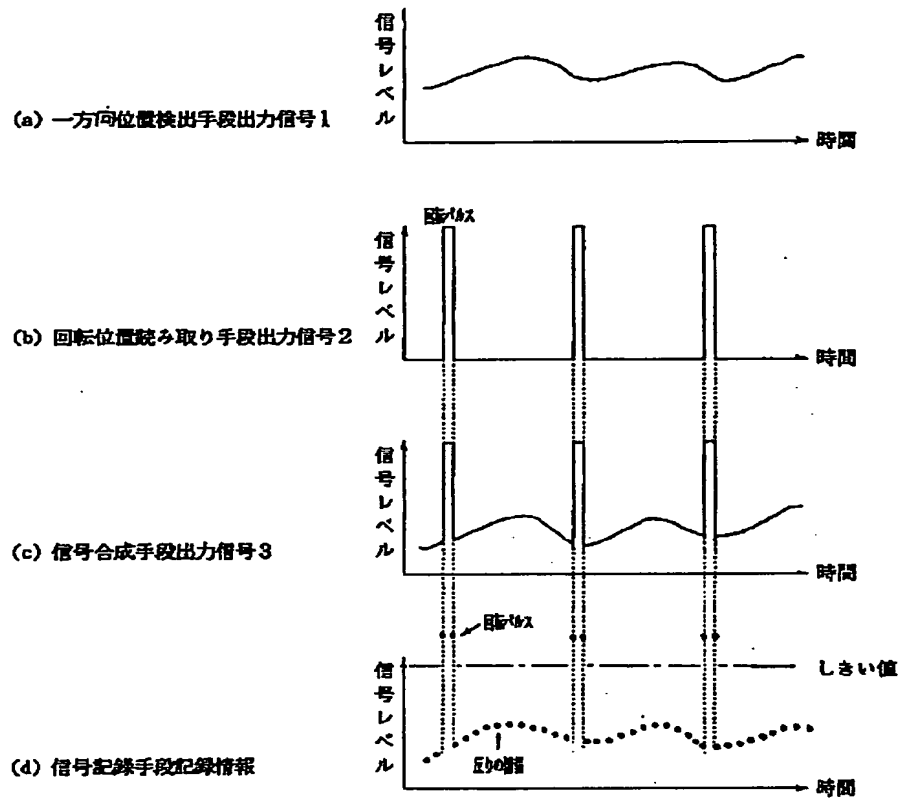
【図3】



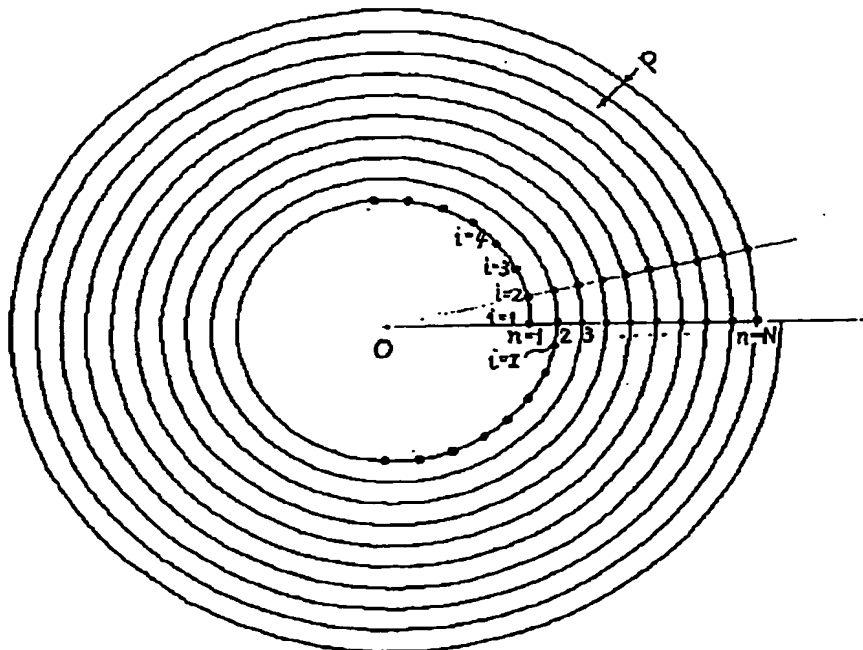
【図7】



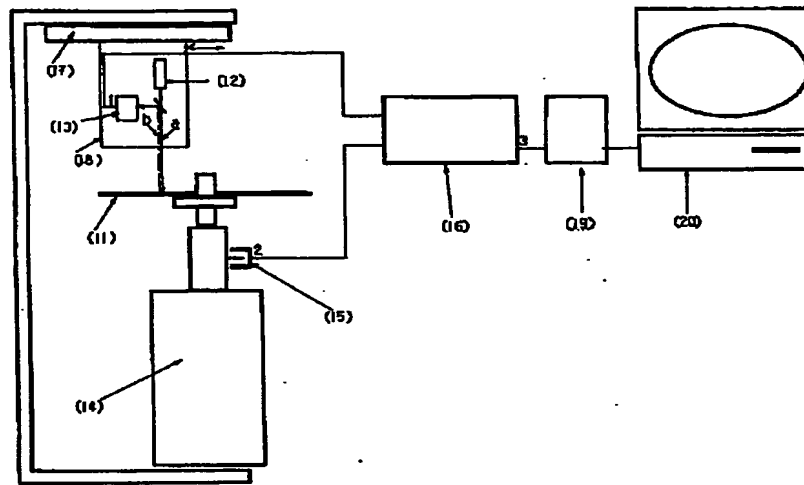
【図4】



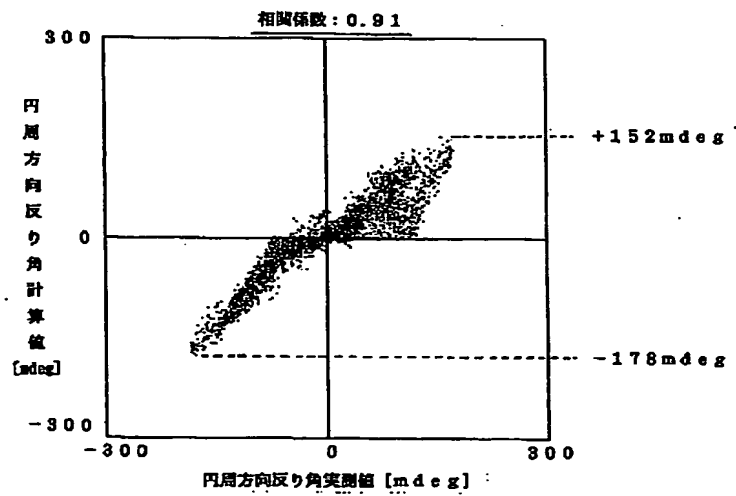
【図5】



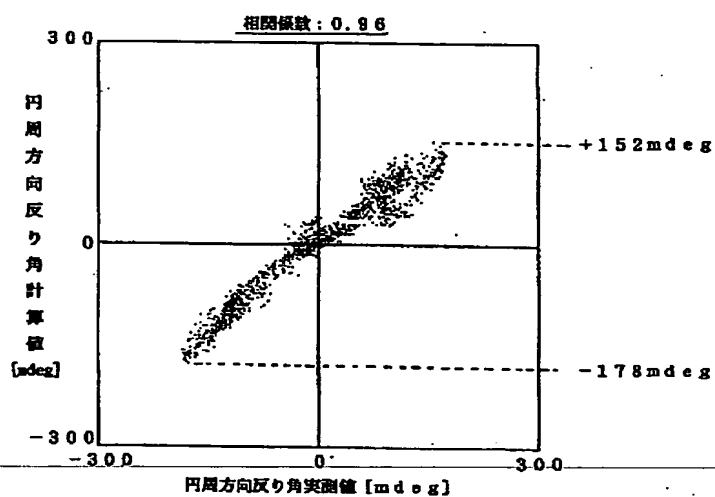
【図8】



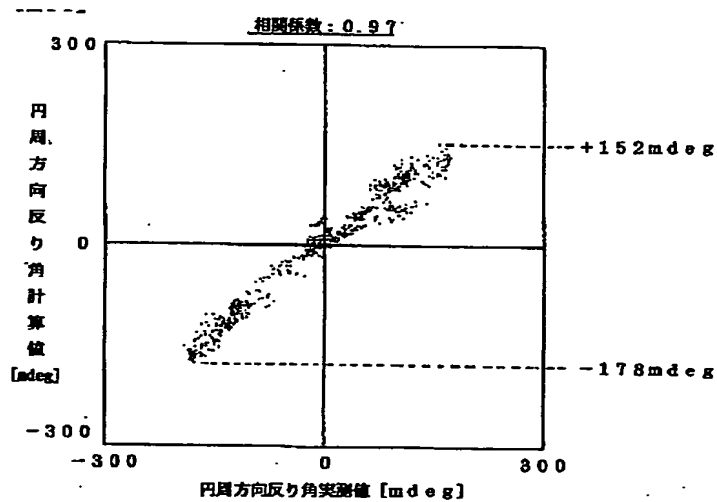
【図9】



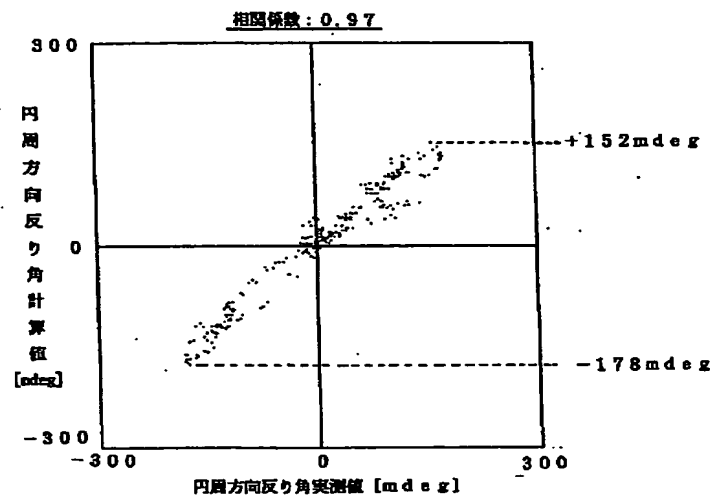
【図10】



【図11】



【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.